

## 과학기술의 전문성과 민주화

- “역사를 통틀어서 20세기보다 과학이 더 깊이 침투하고 과학에 더 의존적이었던 시기는 없었다. 반면에, 갈릴레오의 파문 이후에, 과학에 대해 이렇게 불안한 마음을 가졌던 시기도 없었다. 이것이 20세기를 연구하는 역사학자가 풀어야 할 수꺼끼다.”

에릭 홉스봄, 〈극단의 시대〉 중에서

## 과학기술은 민주화의 대상?

- 민주화와 시민 참여 필요 근거
  - 과학연구와 기술개발의 비용 국민이 부담
  - 과학연구와 기술개발의 결과는 전국민적/전세계적
  - 그럼에도 과학기술은 엘리트들에게 독점되어 있음
- 반대 근거
  - “태양이 지구를 도느냐 지구가 태양을 도느냐의 문제는 국민투표로 결정할 수 있는 사안이 아니다”
  - 고도로 복잡한 건축물이나 약품의 안정성과 위험성을 일반 시민이 판단하는 것은 무리

## 현대 과학연구의 재원

- 현대 과학연구의 재원: 대부분 국민의 세금
  - 기업, 대학, 비영리 재단도 지원
  - But 기업에 의한 연구는 대부분 기술혁신용
  - 순수, 기초 과학의 대부분은 정부의 지원을 통해
- 18, 19세기와의 비교
  - 18세기: 대부분 개인적인 후원과 개인적인 연구
    - 프랑스 과학아카데미조차도 끊임없는 재정난에 허덕임
  - 19세기: 과학연구 대학 내에 자리잡음
    - But 대학의 보잘것없는 재원과 호사가들의 개인적인 후원
    - 캐번디시 연구소: 개인 데본셔아셔 경의 지원으로 설립
    - 헬름홀츠 실험실: 국가의 지원, 프러시아의 위용 자랑용
    - 정부의 지원 있더라도 실용적인 경우에만 국한(표준 연구) 연

## 생물학자 벤틀리 글래스의 회고 1

### □ 40년경의 과학연구

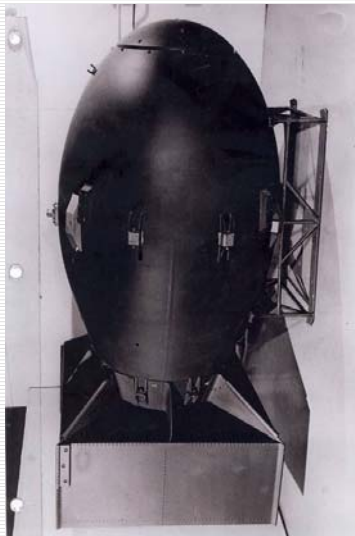
- “연간 100달러가 안 되는 돈이 잡품 비용으로 과의 예산에서 나왔을 뿐이었다. 그는 웬만큼 괜찮은 복합 현미경과 해부용 현미경 하나 정도를 가지고 있었고, 모든 배양기를 만들어야 했고, 압력솥에서 살균을 했으며, 도움없이 동물을 키웠고, 누가 유리기구를 닦아주면 이에 고마워했다. 온도를 조절하는 밀폐용기가 없어서 더운 여름에는 사람들이 사용하지 않는 먼지투정의 지하실에서 일을 해야 했다. 과학자의 일의 80%는 일상적인 잡일이었지만 이런 상황에서 연구를 계속해야 했다.”

## 생물학자 벤틀리 글래스의 회고 2

### □ 60년 당시의 과학연구

- “1960년의 교수는 연방정부에 의해 지원되는 두 개의 다른 실험실을 꾸리고 있다. 고참 연구원이 거의 독립적으로 하나의 실험실을 관장하고 있으며, 그에게는 조교가 딸려 있다. 다른 연구실에는 두 명의 조교가 있고, 이 조교 이외에도 기기를 닦고 동물을 키우고 배양을 담당하는 파트 타임 조교가 또 있다. 연간 연구비는 약 5만 달러이고, 여기에 교수의 월급은 물론 포함되어 있지 않는다. ... 모든 실험자들이 해부용 현미경을 하나씩 가지고 있으며, 위상 현미경, 광마이크로 기구, 엑스선 기구, 냉방이 된 방, 일정 온도를 유지하는 인큐베이터, 냉장고, 냉동고, 에어컨, 배양 및 살균 방, 동물을 키우는 측사 등 실험에 필요한 모든 것들이 다 준비되어 있다.”

## “Fat Man” and “Little Boy”



## 왜 이런 변화가? 제2차 세계대전

### □ 제2차 세계대전에 대한 평가

- 제2차 세계대전은 “레이더에 의해 이겼고, 원자폭탄에 의해 종지부를 찍었다”는 평가
  - 전쟁이라는 특수 상황 속에서 과학이 정부에 의해 거의 무제한 지원을 받았을 때 창출해 낼 수 있는 가공할 만한 힘 증명
- 전쟁 이후 정부의 전폭적 과학연구 지원 (미국)
  - 부시의 <과학, 그 끝없는 프론티어>와 NSF
  - 과학을 정치와 사회로부터 독립시킬 것
  - 과학연구는 과학자사회의 자율적이고 독자적인 결정
- 그러나 이러한 낙관 오래 가지 못함

## 군사연구와 핵억제

- 냉전시대의 군사연구
  - 미-소 핵경쟁과 수소폭탄 개발 경쟁
  - 과학자들의 군사연구 동원 지속
- 과학자들의 군사연구 반대 행동
  - 1955년 52명 노벨상 수상자들의 마이너우 선언
    - “핵무기 사용한다면 인류 멸망할 것”
  - 학생들의 연구소 습격과 1969년 3월 4일 연구 파업
  - MIT는 “Military Institute of Technology” 비난
- 전략 전문가(vs. 과학자)의 등장
  - 게임이론과 ‘핵억지력’ 논리로 무장한 ‘핵전문가’
  - 과학자들의 마이너우 선언을 ‘비전문가’의 주장으로 일축
  - 핵전쟁 후에도 사회가 빠른 속도로 재건될 수 있음 강조
  - 과학자 vs. 전략 전문가 사이의 의견 불일치

## 과학기술에 대한 일반인들의 공포심 증가



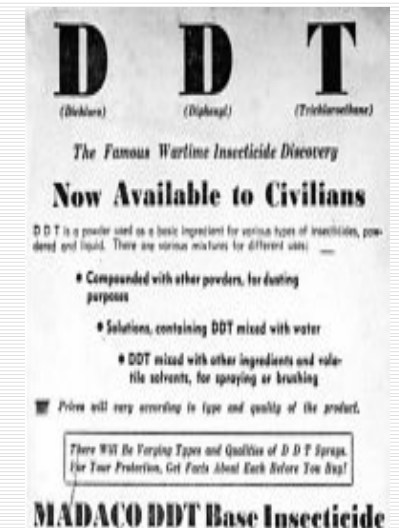
## 탈리도마이드 증후군 (1962)



Life article on thalidomide, 1962

## DDT, 환상의 살충제?

- 살충제의 개발
  - 20세기 들어 농산물 생산 증대를 위한 농약 사용 증가
  - 농약=약화시킨 독약, 비소와 납 계열 살충제 사용
  - 독성, 잔류 농약 문제
- DDT의 등장
  - 스위스 화학자 P.H. Muller
  - 이상적인 살충제로 제시
  - 온혈동물의 안전성 고려



## DDT의 성공

- DDT 효과 입증
  - 2차 세계대전 중 열대 지역에서 효과 입증
  - 전후 지중해 지역 말라리아 모기 박멸에 성공
  - 1948년 윌리, 노벨생리의학상 수상
- WHO : DDT를 이용한 말라리아 박멸 계획



"Americans were living well and they believed that **science and technology could solve any problem.**"

Newspaper ad c. 1946



Spraying DDT, Florida, 1948



농약의 대량 살포

## DDT: 서서히 드러나는 문제점

- DDT의 문제점
  - 화학물질의 농축 가능성 고려 못함
  - DDT의 화학적 안정성 → 농축된 물질의 독성 향상에 기여
  - 곤충들의 내성 → 더욱 독성이 강한 살충제 개발(알드린, 디엘드린, 말라이온, 파라티온 등)
- 살충제 살포 작전의 실패 사례  
농무부의 남아메리카산 불개미 박멸 작전  
매사추세츠 주정부의 모기박멸 작전

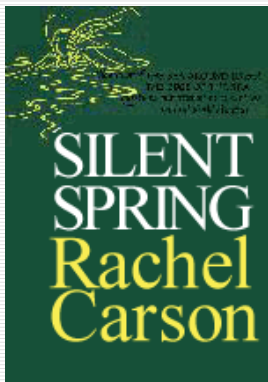


Ibis eggs unhatched due to DDT poisoning, 1970

## 레이첼 카슨의 <침묵의 봄>과 시끄러운 여름

- Rachel Carson(1907-1964)
  - Johns Hopkins 대학에서 동물학 석사
  - 대중적인 저술가로 이름을 날림
    - 1941 『해풍 아래에서』
    - 1951 『우리 주변의 바다』
  - 1956년부터 합성 살충제의 문제에 본격적인 관심을 가짐
- 1962년 6월 카슨의 책의 요약판이 New Yorker에 연재됨  
→ “침묵의 봄은 시끄러운 여름이 되었다”
  - 농무부 관리들의 공격
  - 살충제 생산업체의 공격
- 1962년 9월 출판, 그 해 가을에만 60만 부 판매





그런데 어느 날 낯선 병이 이 지역을 뒤덮어 버리더니 모든 것이 변하기 시작했다. 어떤 사악한 마술의 주문이 마을을 덮친 듯했다. ... 마을 곳곳에 죽음의 그림자가 드리워진 듯했다. ... 낯선 정적인 감돌았다. 새들은 도대체 어디로 가버린 것일까? ... 주변에서 볼 수 있는 단 몇 마리의 새조차 다 죽어 가는 듯 격하게 몸을 떨었고 날지도 못했다. 죽은 듯 고요한 봄이 온 것이다. 전에는 아침이면 ... 여러 가지 새들의 합창이 울려 퍼지곤 했는데 이제는 아무런 소리도 들리지 않았다. 들판과 숲과 습지에 오직 침묵만이 감돌았다.

## 레이첼 카슨의 <침묵의 봄>과 시끄러운 가을, 겨울, 봄

- DDT를 비롯한 화학약품의 위험성 및 그로 인한 토지와 물의 오염 고발
  - 과학적인 설명과 증거
  - 일상적인 사례들
  - 살충제에 대한 대안 제시
- 비판세력의 공격
  - 농무부, 화학공업회사, 대농장주, 일부 과학자들의 비판
  - 각종 과학단체, 언론을 통해 카슨의 주장 반박 자료 배포
  - 카슨에 대한 인신공격 감행: "카슨은 석사학위 소지자"
- 호의적인 백악관
  - 대통령 과학자문 와이즈너, 살충제 사용실태 조사 위해 대통령 과학자문위원회 특별 패널 구성
  - 살충제 사용문제가 공공정책 문제로 확대됨



CBS Reports interview, aired in 1963



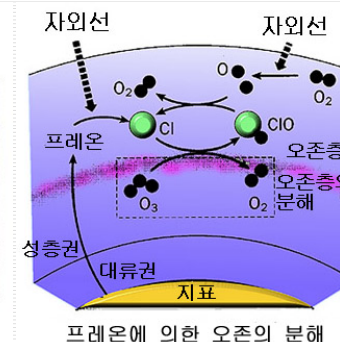
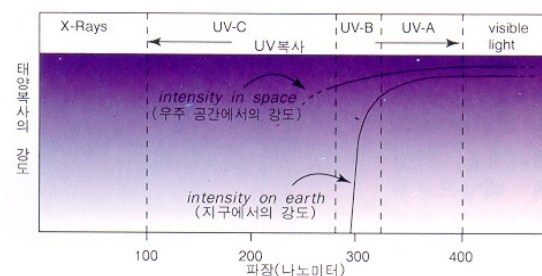
Carson meeting with President Kennedy's Science Advisory Committee, 1963

*"how hard it must have been for anyone, let alone a woman, to speak out."*

## 오존층 파괴 문제 제기

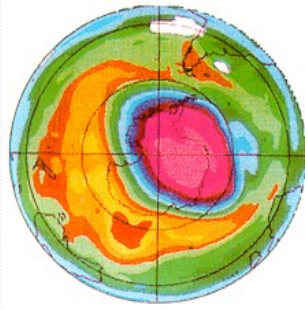
- 1974년 대기화학자 물리나와 몰런드의 주장
  - 프레온(CFC) 가스가 성층권의 오존층을 파괴해 자외선 투과를 증가시킨다

오존층은 지구의 태양 보호막이다.



## 오존층 파괴 문제의 논쟁과 종결?

- 듀폰사: CFC가 오존층을 얇게 하는 주범이라는 주장은 검증되지 않는 가설
- 1985년 남극의 오존 구멍 발견  
→ 오존층 문제 관심 증폭. But CFC가 남극 오존 구멍의 주범인가?
  - 1987년 5월 미 상원 청문회에 증인으로 출석한 여섯 명의 과학자 중 2명만 CFC가 오존층 파괴의 주범이라 답변, 네 명은 모르겠다고 답변
  - 화학산업연합의 보고서: 지구 오존층이 얇어지고 있다는 사실 자체 부정
- 그럼에도 CFC 생산 규제 외교적 타협  
→ 몬트리올 조약 (1988년)
- 결정적 실험증거는 1987-88년에서야
  - NASA의 성층권 비행 실험



## 유전자재조합 논쟁

- 1970년대 초엽, 유전자재조합 기술 발명
  - DNA에서 원하는 유전자를 잘라 다른 DNA에 붙이고 대장균을 사용하여 이 DNA를 수백 배 복제할 수 있는 방법  
→ 신종 박테리아나 잡종 바이러스를 만들 위험성 제기
- 사태의 전개
  - 1973년 고든 학회의 과학자들 위험성 지적
  - 1974년 유전자재조합 연구 자체 금지 발효
  - 1975년 유전자재조합 연구 기준 합의 도출 & NIH 지침 발효
    - 과학의 사회적 책임에 대한 새로운 인식 반영
    - 비난받기 전에 지침을 만들어 대중의 신뢰를 얻고자 한 시도
    - 일반인과 환경학자 배제된 생물학자들만의 온건한 합의
- 1970년대 후반, 유전자재조합 기술의 실용성 분명해지고, 생물공학 회사와 제약회사의 이해관계가 개입되면서, 유전자재조합 기술에 대한 제한과 NIH 지침 무력화됨

## 유전자재조합 기술에 대한 반대자들

- 과학자들
  - 사가프: 변형된 대장균이 인간의 몸에 들어갔을 때 어떤 일이 일어날지 모름
  - 조지 윌드: “질문의 자유에 제한을 가한다는 것은 그것을 업으로 하는 과학자들에게 무척 힘든 것이겠지만, 현대과학은 (그냥 두기에는) 너무 강력해졌다.”
- 급진적 단체들
  - 〈지구의 친구들〉, 〈민중을 위한 과학〉
    - “유전자재조합에 대한 지적, 경제적 투자가 더 커지기 전에 이것의 이익과 손해를 따져봐야 한다.”
- 매사추세츠의 케임브리지 시 의회 (MIT, 하버드 소재)
  - 과학자들만의 합의나 NIH의 지침에 불만족
  - 1976년 위험한 레벨의 유전자재조합 실험 금지안 심의, 통과
  - 시민이 과학연구의 방향에 개입한 상징적 사건

## 유전자재조합에 찬성하는 과학자들의 대응

- 여러가지 주장들
  - 대중의 공포는 “사실과 픽션을 구분하지 못한” 데서 기인
  - 위험보다 훨씬 더 큰 이득을 얻을 가능성에 주목해야
  - 빠른 속도로 발전하는 과학을 일반 대중이 이해하지 못해 생긴 문제이므로 대중에 대한 과학교육을 강화해야 함
- 제임스 왓슨의 비난
  - “중세 이래 유례가 없는 과학의 방향에 대한 통제”
  - “실제 일을 해야 할 사람들에게 엄청난 종이와 시간을 더 이상 낭비하게 하지 말고 유전자재조합에 부가된 모든 규제를 당장 철폐하자”

## 논쟁의 전반적 특징

- 일부 과학자의 문제제기 → 일반대중으로 확산
  - 전문가 사이의 불일치 : 과학자 vs. 전략전문가, 과학자 vs. 과학자, 대학 과학자 vs. 산업체 과학자, 과학자 vs. 대안 전문가
  - 전문가와 일반 대중 사이의 대립으로 이어짐
- 사실의 불일치보다 가치의 불일치가 더 중요
  - 대부분의 과학자들
    - 과학의 궁극적인 진보와 이득에 대한 믿음
    - '픽션'에 기인한 공포 제거하면 논쟁 쉽게 해결 가능
    - 정치인과 대중의 간섭은 미신이나 무지에서 비롯
  - 비판자들
    - 과학은 자연과 사회의 목적과 조화를 이루며 발전해야
    - 사회의 구성원이 과학의 방향을 조절하는 것도 가능한 일

## 과학과 시민

- 19세기까지 과학의 이미지
  - 과학은 17세기 이래 시민들의 공공영역 구성
    - 17,18세기 공개 의학교육과 해부행사
    - 18세기 다양한 학회와 살롱 → 자유로운 토론과 논쟁
  - 지식과 진리의 모델이자 합리적 토론을 통한 민주주의의 모델
  - '시민과학'이자 비판적인 담론을 만들어내던 공공영역
  - 합리적 정책의 타당성 기준 제공
- 20세기 중반 이후 과학의 이미지
  - 과학의 전문화, 사유화 → 시민을 수동적인 관찰자로 격하
  - 공공이 아닌 기업과 자본의 이해를 반영한다는 이미지 & 과학과 관련된 사회문제에 대한 과학자들의 보수적 대응과 과학자들 사이의 불일치 → 과학의 사회적, 문화적 권위 추락

## 수돗물 불소화 논쟁

- 치과의사들이 충치 예방을 위해 과학적으로 그 효용이 입증된 수돗물 불소화 조치를 시민들이 주민투표로 거부
- 과학자와 당시 사회학자들의 분석
  - 과학에 대한 근거없는 두려움의 발로
  - 직접 민주주의의 한계
- 시민들의 가치와 반대 근거
  - 미량의 불소 축적이 가져올 수 있는 검증되지 않은 위험
  - 불소에 거부반응을 보일 수 있는 사람들에 대한 고려
  - 중앙정부의 강제적 조치에 대한 반감

→ 픽션, 미신에 기인하거나 반과학주의의 발로 아님

## 정리

- 과학기술의 민주화=과학적 사실에 대한 국민투표?
  - 대부분 과학기술의 내적 문제보다 과학기술의 "사회적 문제"에 대한 민주적 참여 요구 → 가치의 싸움
  - 내용에 관한 문제의 경우, 투표방식이 아닌 '근거를 가진 의견 개진'
- 전문적 지식이 없는 무지한 시민이 어떻게?
  - 전문가들 사이에서도 불일치가 일어나는 문제에서 대중은 보이지 않던 논점을 제시해줄 수도 있음(농부에 대한 농약의 피해)
  - 대중들은 전문가로부터 정보를 얻고 상식 또는 자신의 가치에 비추어 과학기술의 사회적인 사안에 대해 판단하고 입장을 개진할 수 있음
- 과학기술적인 사안에 대한 대중 참여 모형은?
  - 전문성이 요구되는 사안 → 심사숙고하는 토의 민주주의 필요
  - 합의회의, 시민배심원제, 시나리오 워크숍 등 (≠국민투표, 여론조사)
  - 물론 이러한 참여모형을 쓴다고 쉽게 합의가 나오는 것은 아님
    - 왜? 사실이 아닌 가치 또는 이해관계의 문제 → 합의되기 어려움
    - 그럼에도 여러 사실에 대한 교류와 합의는 가치나 선호의 변화를 가져올 수 있음